



# **KANDIDAATINTYÖ**

Peetu Kujala

**ELEKTRONIIKAN JA TIETOLIIKENNETEKNIIKAN  
TUTKINTO-OHJELMA**

**2020**



## **KANDIDAATINTYÖ**

**Olemassa olevat virtuaalitodellisuuskävelyalustat, niiden erot ja toimintaperiaatteet.**

Peetu Kujala

Ohjaaja: Antti Mäntyniemi

**ELEKTRONIIKAN JA TIETOLIIKENNETEKNIIKAN  
TUTKINTO-OHJELMA**

**2020**

**Peetu K. (2020) Olemassa olevat virtuaalitodellisuuskävelyalustat, niiden erot ja toimintaperiaatteet.** Oulun yliopisto, Elektroniikan ja tietoliikennetekniikan tutkinto-ohjelma. Kandidaatintyö, 22 s

## **TIIVISTELMÄ**

**Tässä työssä perehdyttiin eri virtuaalitodellisuuskävelyalustoihin ja niiden eroihin, sekä käytiin läpi niiden yleisimmät toimintaperiaatteet. Käsiteltävistä kävelyalustoista tehtiin 3D-mallinnukset Autodesk Fusion 360 -ohjelmalla. Työssä käsiteltiin myös virtuaalitodellisuudesta aiheutuvaa pahoinvointia sekä virtuaalitodellisuuden historiaa ja taloudellista tilannetta.**

**Avainsanat: virtuaalitodellisuus, immersio, kävelyalusta.**

**Peetu K. (2020) Existing virtual reality walking platforms, their differences and how they work.** University of Oulu, Degree Programme in Electronics and Communications Engineering, Bachelor's Thesis, 22 p.

## **ABSTRACT**

**This work is study of virtual reality treadmills and their differences. It also includes overview of principles how these treadmills work. The treadmills were 3D modelled using Autodesk Fusion 360 software. The work also includes virtual reality nausea and the history and financial situation of virtual reality.**

**Key words: virtual reality, immersion, walking platform**

## SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	3
ABSTRACT .....	4
SISÄLLYS .....	5
1. JOHDANTO .....	6
2. VIRTUAALITODELLISUUDEN TEORIAA .....	7
2.1 Virtuaalitodellisuuden aiheuttama pahoinvointi .....	8
3. VR-KÄVELYALUSTAT .....	10
3.1 Virtuix Omni .....	10
3.2 KAT VR .....	11
3.3 Cyberith .....	14
3.4 Infinadeck .....	16
3.5 Wizedish .....	17
4. YHTEENVETO .....	19
5. LÄHTEET .....	20

## 1. JOHDANTO

Virtuaalitodellisuudesta (*engl. virtual reality, VR*) puhuttaessa monella tulee mieleen päähän laitettavat VR-lasit. Harvat ovat kuitenkin kuulleet VR-kävelyalustoista ja vielä harvemmat päässeet kokeilemaan niitä. Näiden virtuaalitodellisuuskävelyalustojen tarkoituksena on seurata käyttäjän liikkeitä ja mallintaa ne virtuaalitodellisuuteen. Tarkoituksena on saada vielä todenmukaisempi läsnäolon tunne virtuaalimaailmassa kuin mitä pelkillä VR-laseilla saavutetaan.

Tutkimuksessa kartoitetaan, minkälaisia virtuaalitodellisuuskävelyalustoja on tällä hetkellä markkinoilla. Lisäksi tutustutaan hieman näiden kävelyalustojen toimintaperiaatteisiin ja vertaillaan niiden eroja. Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena ja tietoja haettiin yritysten internet-sivustoilta, Kickstarter-sivuilta, aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta sekä artikkeleista. Pelkän sanallisen selityksen lisäksi työssä tehtiin Autodesk Fusion 360 -ohjelmalla 3D-mallinnukset käsiteltävistä kävelyalustoista.

Luvussa kaksi kerron yleisesti virtuaalitodellisuuden taloudellisesta näkymästä sekä historiasta. Lisäksi kerron hieman virtuaalitodellisuuden sovelluskohteista sekä selitän myös työn kannalta keskeisimmät termit. Luku sisältää myös hieman syvemmän tarkastelun virtuaalitodellisuudesta aiheutuvaan pahoinvointiin. Luvussa kolme esittelen erilaisia virtuaalitodellisuuskävelyalustoja, niiden toimintaperiaatteita, sekä samalla vertailen niiden eroja. Lopuksi luku neljä sisältää yhteenvedon tutkimuksesta.

## 2. VIRTUAALITODELLISUUDEN TEORIAA

Virtuaalitodellisuus on kasvattanut suosiotaan maailmalla ja sen markkina-arvo sekä yritysten lukumäärä nousevat vuosi vuodelta. Samuel Greengard kertoo virtuaalitodellisuutta käsittelevässä kirjassaan eri yritysten tekemistä virtuaalitodellisuuden talousennusteista. Hän kertoo kirjassaan, että Zion Market Research arvioi virtuaalitodellisuuden kokonaismarkkinoiden kasvavan vuoden 2016 2,2 miljardista dollarista 26,89 miljardiin dollariin vuoteen 2022 mennessä. Greengardin mukaan lisätyn todellisuuden markkinoille tulevien yritysten lukumäärä kasvaa vuodessa noin 50 prosenttia. [1]

Virtuaalitodellisuudesta puhuttaessa monella tulee luultavasti mieleen sen käyttö viihdetarkoituksessa. Sitä voidaan kuitenkin hyödyntää laajasti monella eri käyttöalueella, kuten taiteessa, koulutuksessa, terveydenhuollossa ja sotilaallisella alalla [2, 3]. Sen avulla voidaan esimerkiksi mallintaa erilaisia tilanteita ja toteuttaa näin eri alojen toimintakoulutusta. Tiedonhaun vaiheessa eteeni tuli myös sovelluksia virtuaalitodellisuuden hyödyntämisestä urheilussa. Näissä sovelluksissa muun muassa juoksumatolla juoksija pääsi virtuaalitodellisuuden avulla juoksemaan haluamaansa maisemaan luontoon.

Virtuaalitodellisuuden historia ylettyy ainakin vuoteen 1916, jolloin päähän perustuvan periskooppinäytön patentti myönnettiin henkilölle nimeltä Albert B. Pratt [4 s. 24]. Paul Mealy puolestaan kuuluttaa omassa virtuaalitodellisuutta käsittelevässä kirjassaan virtuaalitodellisuuden ”isäksi” Morton Heiligiä [2]. Heilig kehitti vuonna 1935 kaapin muotoisen ja istuttavan laitteen nimeltä ”Sensorama”. Tässä laitteessa oli monia nykyajan VR-laseissa olevia ominaisuuksia, kuten 3D-näyttö ja kaiuttimet. Hän lisäsi jopa laitteessa käytettävään tuoliin värähtelyominaisuuden, joka antoi värähtelyllä ärsykeitä käyttäjille. Pian ”Sensoraman” keksimisen jälkeen Heilig patentoi ensimmäisen HMD (*head-mounted display*) -laitteensa, jossa oli 3D näyttö ja stereoääni [2]. Tämä laite muistutti ulkomuodoltaan suhteellisen tarkasti nykyajan VR-laseja. Tämän jälkeen virtuaalitodellisuudella on ollut pitkä historia tieteellisissä laboratorioissa ja armeijan tutkimuslaitoksissa [5]. Kuluttajien näkyville virtuaalitodellisuus tuli vuonna 2012, kun Oculus -niminen yritys aloitti Kickstarter -kampanjansa Oculus Riftille [4].

**Immersiolla** tarkoitetaan uppoutumista ympäristöön. Se voi olla joko puhtaasti mielentila, tai se voidaan toteuttaa fyysisin keinoin. Immersio voidaan jakaa henkiseen immersioon ja fyysiseen immersioon. Henkinen immersio tarkoittaa tilaa, jossa ollaan syvästi mukana tai koetaan syvää osallistumista tilanteeseen, yksinkertaisemmin ilmaistuna läsnäolon tunnetta. Fyysinen immersio on avaintekijä virtuaalitodellisuudessa. Sen määritelmänä virtuaalitodellisuuden näkökulmasta voidaan pitää ruumiillista pääsyä virtuaalimaailmaan, johon kuuluu kehon aisteille teknologian avulla tuotetut synteettiset ärsykkeet. [4 s. 9]

**Virtuaalitodellisuus** (*engl. virtual reality, VR*) on laaja käsite, johon on monenlaisia määritelmiä. Se voidaan ajatella olevan simulaatio, joka luo maailman, joka näyttäytyy aisteillemme samalla tavalla kuin havaitsemme todellisen maailman. Graig, Sherman & Will määrittelevät virtuaalitodellisuutta käsittelevässä kirjassaan

sen kattavasti synteettiseksi maailmaksi, joka koostuu vuorovaikutteisista simulaatioista, jotka havaitsevat käyttäjän paikan ja toiminnot, sekä antavat synteettisiä palautteita yhdelle tai useammalle aistille. Nämä simulaatiot antavat immersion ja läsnäolon tunteen. [3]

**Lisätty todellisuus** (engl. *augmented reality, AR*) on tapa katsella todellista maailmaa lisätyllä tehosteella. Tämä tehoste luodaan tietokoneella tuotettuna ja voi olla esimerkiksi still-grafiikkaa, ääniä tai videoita. AR:ssä tietokoneella luotu sisältö on päällys reaali maailman päälle. Lisätty todellisuus eroaa virtuaalitodellisuudesta siten, että lisätyssä todellisuudessa lisätään asioita integroituna todelliseen maailmaan sen sijaan, että luotaisiin jotain uutta tyhjästä. Yksi tunnetuimmista lisätyn todellisuuden sovelluksista on mobiilisovellus Pokémon Go, jossa lisätään digitaalisia Pokémon-hahmoja reaali maailman ympäristöön. **Sekoitettu todellisuus** (engl. *mixed reality, MR*) on määritelmältään samanlainen kuin lisätty todellisuus, mutta siinä tietokoneella lisätty tehoste on myös vuorovaikutuksessa todellisen maailman kanssa. Esimerkiksi sekoitetussa todellisuudessa digitaalista palloa pystyy pomputtamaan oikeaa seinää vasten. [2]

**IMU-tekniikka** (engl. *Inertial Measurement Unit*) on MEMS:iin (*Micro Electro Mechanical Systems*) perustuva tekniikka, jota käytetään yleensä laitteissa nopeuden ja suunnan mittaamiseen. Se sisältää gyroskoopin ja kiihtyvyysanturin, joiden avulla liikettä sekä asentoa voidaan tulkita. Uusimmissa IMU -tekniikoissa on myös kolmas sensori, magnetometri, joka parantaa asennon tunnistamista. [6]

**Avatar** on virtuaali maailmassa käyttäjää edustava symboli tai hahmo. Ne voivat olla tyyliään tai väriltään erilaisia ja antavat käyttäjälle persoonallisuuden. Käyttäjät ovat virtuaali maailmassa vuorovaikutuksessa toistensa kanssa avatarien kautta ja tutkivat virtuaali maailmaa niiden kautta. Avatar on tärkeä osa virtuaali maailmaa, sillä suurin osa virtuaali maailman ominaisuuksista on suunniteltu avatareiden ympärille. [7]

## 2.1 Virtuaalitodellisuuden aiheuttama pahoinvointi

VR-simulaatiosta aiheutuva pahoinvointi on tärkeä aihe virtuaalitodellisuuden laitteisto- ja ohjelmistokehityksessä [5]. Sitä esiintyy yleensä tapauksissa, joissa näkyvä liike on kohdistettu väärässä suhteessa todelliseen fyysiseen liikkeeseen. Tästä saattaa aiheutua epämukavuutta ja joissakin tapauksissa jopa pahoinvointia. Asiasta VR-pelaajille tehdyn kyselyn mukaan yleisimmät oireet VR-altistumisen aikana ja jälkeen olivat pahoinvointi, väsymys ja yleinen epämukavuus [8]. Toinen tutkimus osoittaa, että sukupuolella ja aikaisemmalla VR-kokemuksella voi olla merkitystä koettuun pahoinvointiin [9]. Toisaalta virtuaaliympäristön tyylin ei ole puolestaan todettu vaikuttavan pahoinvointiin tai käyttömukavuuteen terveillä aikuisilla [10].

Cornel Hillmann esittää virtuaalitodellisuutta käsittelevässä kirjassaan kolme tapausta virtuaalitodellisuudesta aiheutuneelle pahoinvoinnille. Ensimmäinen sekä ensisijainen syy pahoinvoinnille on huono kalibrointi ja viive järjestelmissä. Hillmannin mukaan tällainen tilanne on pahin mahdollinen kaikista VR-tilanteista ja



sitä tulisi välttää kaikin keinoin. Huono kalibrointi voi johtua useista asioista, kuten kuulokkeiden vääränlaisesta asennuksesta. [5]

Toinen tapaus koskee ensikertalaisia. Ensimmäistä kertaa virtuaalitodellisuutta käyttävät useasti ilmaisevat tulevansa siitä pahoinvointiseksi. Tämä ei Hillmannin mukaan ole suoraa pahoinvointia, vaan enemmänkin yhteenveto kaikista epämiellyttävistä tekijöistä, jotka vaikuttavat epämiellyttävään kokemukseen. Ensimmäistä kertaa kokeileva käyttäjä ei välttämättä osaa kertoa tarkalleen, mikä asia aiheutti hänelle pahoinvointia. Tästä johtuen myös tutkijat ovat voineet tulkita tätä väärin ja ajatelleet pahoinvoinnin johtuvan yksinomaan VR-liikkumisesta. [5]

Kolmas tapaus on yksinkertaisin. VR-liikkuminen voi todellakin johtaa pahoinvointiin pienellä prosentilla väestöstä. Pahoinvointi on seurausta fyysisen liikkeen ja virtuaalisen liikkeen väärästä kohdistamisesta, jonka seurauksena sille herkille ihmisille ilmaantuu pahoinvointia. [5]

Virtuaalitodellisuudella on pitkä historia tieteellisissä- ja sotilaallisissa tutkimuksissa. VR-pahoinvointia on täten tutkittu jo pitkän ajan ja tutkimuksia koskevat tiedot ovat julkisesti saatavilla. Hillmannin mukaan tutkimukset osoittavat, että virtuaalitodellisuudesta aiheutuva pahoinvointi on usein vain väliaikainen vaiva. Kehon mukautuessa, lyhyen ajan kuluttua sen pitäisi hävitä. Vain 3-5% ihmisistä ei sopeudu koskaan virtuaalitodellisuuteen, vaan he kärsivät pysyvästi VR-pahoinvoinnista. Nämä tulokset ovat vahvassa ristiriidassa tiedotusvälineiden jakaman tiedon kanssa, joiden mukaan 25-40%:lla käyttäjistä on ongelmia pahoinvoinnin kanssa käyttäessään VR-laitteita. [5]

### 3. VR-KÄVELYALUSTAT

Esittelen muutamia eri virtuaalitodellisuuskävelyalustoja, jotka olivat mielestäni eniten esillä markkinoilla. Toimijoita ja tuotteita on useita, mutta käsittelen vain mielestäni oleelliset. Kävelyalustoista oli tietoa kirjallisuudessa vain vähän, joten jouduin turvautumaan tiedonhaussa yritysten sivuihin sekä tuotteiden Kickstarter -sivuihin.

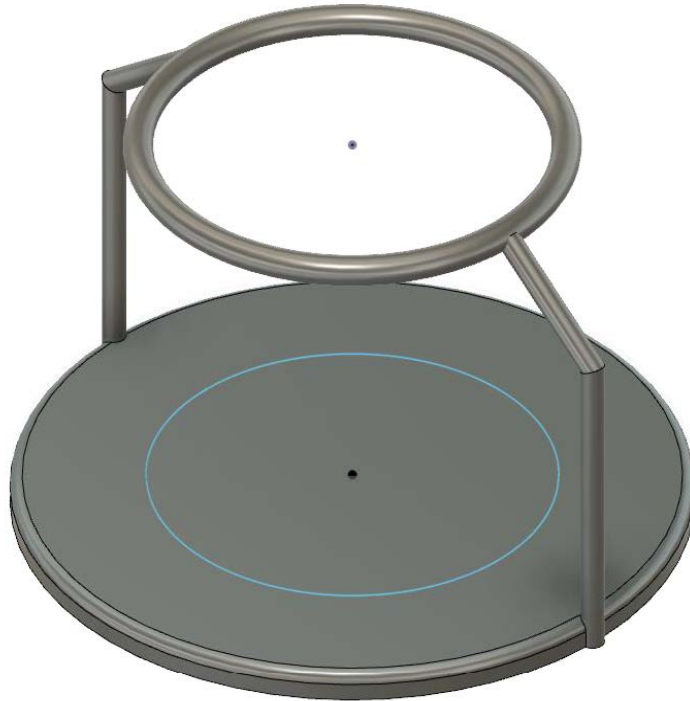
#### 3.1 Virtuix Omni

Omni on Virtuixin valmistama kävelyalusta, jossa on pyöreä, urilla varustettu ja koveran muotoinen pohjalevy. Siinä on myös tukirengas vyötärön korkeudella, jonka ideana on antaa tukea käyttäjälle sekä estää tämän liikkuminen pois alustalta. Lisäksi laitteen mukana tulee Omni-kengät, tukivyö sekä seurantalaitteet ja -ohjelmistot. [11]

Alustalla ollessa on käytettävä Virtuixin sille suunnittelema kenkiä, jotka yhdessä pohjalevyn kanssa on valmistettu pienikiteisestä materiaalista. Tämä helpottaa liikkumista alustalla sekä pienentää laitteen kulumista. Kengissä on tapit, jotka sopivat alustan pinnalla oleviin uriin estäen liukumisen sivuttaissuuntaan. Vakauden ylläpitoa varten kengissä on lisäksi varpaiden alueella suurempi kitkerakenno. Tukivyön tehtävänä on antaa turvallisuutta ja tukea käyttäjälle tämän liikkumisen alustalla. Tukivyöstä lähtee laipat, jotka ulottuvat tukirenkaan päälle ja estävät näin käyttäjää putoamasta. Tukirenkaan korkeus sekä tukivyön leveys ovat säädettävissä, jonka avulla se sopii kaiken kokoisille käyttäjille. [11]

Laitteen mukana tuleva seurantaohjelmisto kääntää käyttäjän liikkeet näppäinlyönneiksi, jotka ohjaavat virtuaalihahmoa pelissä. Ohjelmiston sekä seurantalaitteiden avulla eri liikkeen muodot, kuten kävely, juoksu, hyppy ja kyykistyminen ovat mahdollisia 360<sup>o</sup>:ssa ja tämän lisäksi ohjelmisto tunnistaa myös useita eri kädenliikkeitä [11]. Seurantalaitteet toimivat IMU (*engl. Inertial Measurement Unit*) -tekniikalla ja ne kiinnitetään kenkiin [12]. Alustalle on mahdollista hankkia lisävarusteita, kuten mukautettuja kenkiä ja teline, jossa voi säilyttää esimerkiksi näppäimistöä ja hiirtä [13]. Alustan mukana ei tule tietokonetta, peliohjaimia eikä virtuaalilaseja, vaan ne täytyy hankkia erikseen [11].

Aluksi Omnia kaupattiin kuluttajille, mutta nykyään se on suunniteltu pääsääntöisesti viihdekeskusten käyttöön [14]. Laitteen suosiosta kertoo osaltaan sen Kickstarter -kampanja, joka laukaistiin kesäkuussa vuonna 2013 keräten yli 1,1 miljoonaa dollaria ja ollen täten yksi menestyksekkäimmistä kampanjoista tähän aikaan [9]. Omni ei kuitenkaan ole tällä hetkellä yhteensopiva pelikonsolien, kuten PlayStation tai XBOX kanssa, vaan on käytettävissä ainoastaan laitteilla, jotka käyttävät näppäimistöä [11]. Kuvassa 1 on nähtävillä mallinnus kyseisestä kävelyalustasta, jossa on näkyvillä pohjalevy sekä tukirengas.



Kuva 1. Mallinnus Virtuix Omni -virtuaalitodellisuuskävelyalustasta.

### 3.2 KAT VR

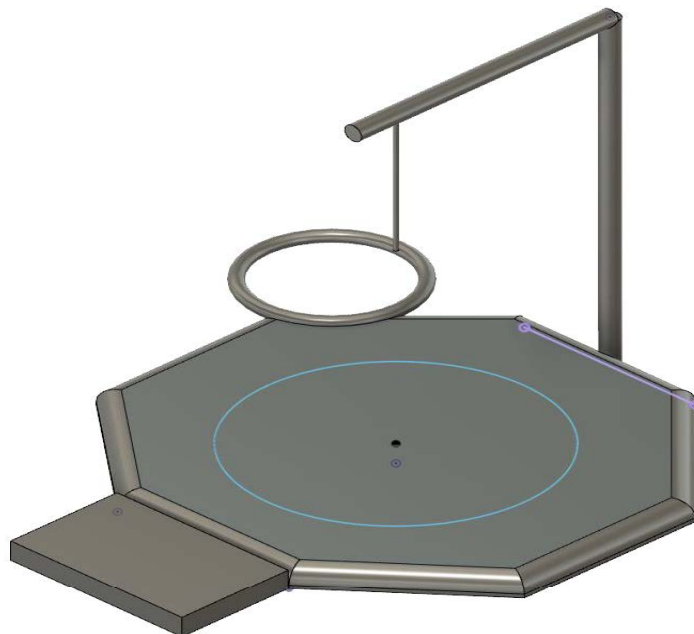
KAT VR tarjoaa kolmea eriä virtuaalitodellisuuskävelyalustaa yrityskäyttöön, KAT Walk, KAT Walk Premium sekä KAT Walk mini. Tämän lisäksi tarjolla on suoraan kuluttajille suositeltu VR-liikkumisjärjestelmä, KAT loco. Lisävälineinä on mahdollista hankkia myös virtuaalitodellisuuteen tarkoitettuja ampuma-aseita. Virtuaalitodellisuuslaseja ei tule mukana, joten ne on tarpeen hankkia muualta. [15]

KAT Walk -kävelyalustassa on koveran muotoinen pohjalevy sekä takaa lähtevä tanko, joka ylettyy käyttäjän pään yläpuolelle ja johon on kiinnitettynä tukivaljaat [16]. Valjaat kiinnitetään käyttäjän vyötärön ympärille sidottuun vyöhön, ja niiden tehtävänä on tukea käyttäjää sekä pitää tämä kävelyalustalla. Toisin kuin Virtuix Omnissa, alustassa ei ole käyttäjän ympärillä tukirengasta. Tämä mahdollistaa vapaamman liikkuvuuden kävelyalustalla, sekä poistaa tilanteet, joissa käsi tai jalka osuu tukirengaaseen käyttäjän ollessa virtuaalitodellisuudessa [17]. Alustalla ollessa on käytettävä KAT VR:n suunnittelemaa kenkiä. Vaihtoehtona kengille KAT VR tarjoaa myös sen suunnittelemaa kengänsuojia. Liikkuminen alustalla pohjautuu

samaan periaatteeseen kuin Virtuix Omnissa, eli pohjalevyn ja kenkien väliseen pienikitkaiseen vuorovaikutukseen [17].

Alusta käyttää sisäänrakennettuja sekä puettavia antureita, joiden avulla kaikki normaalit liikkeen muodot, kuten kävely, juokseminen, hyppäminen ja kyykistyminen ovat mahdollisia 360<sup>o</sup>:ssa [17]. Lisäksi alusta antaa mahdollisuuden istumisasentoon, jolloin esimerkiksi autolla ajaminen on mahdollista. Hypätessä ja kyykistyessä valjaat liikkuvat käyttäjän mukana ylös ja alas, jolloin käyttäjä ei voi osua valjaiden yläosaan [17]. Kävelyalustan käytössä on kuitenkin myös rajoitteita, sillä käyttäjän pituusrajoiksi on asetettu 150-190cm ja painon ylärajaksi 100kg [16]. Lisäominaisuutena kävelyalustan tukitankoon on mahdollista kiinnittää esimerkiksi riipputuoli, jolloin kävelyalustaa voi käyttää tuolissa istuen. Käyttäjä voi tällöin istua tuolissa ollessaan samalla virtuaalitodellisuudessa lasien välityksellä. Kävelyalustan liitäntänä on USB 2.0 ja 3.0 (*engl. Universal Serial Bus*) [16].

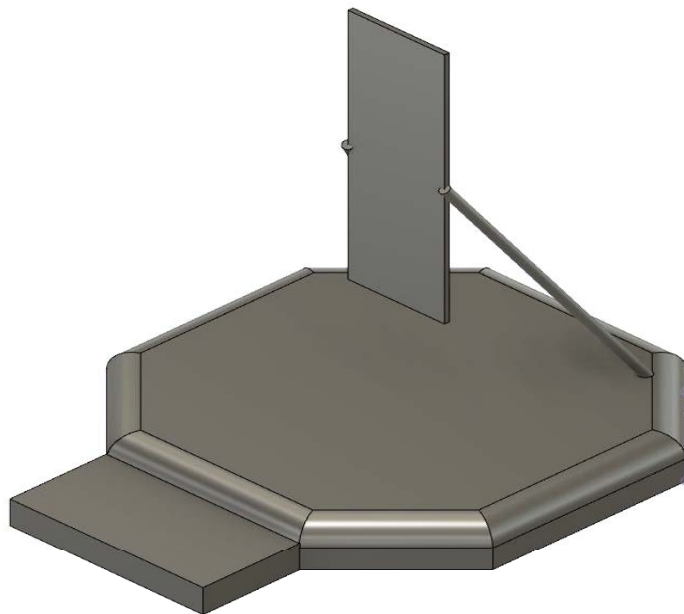
KAT Walk Premium on hieman paranneltu versio KAT Walkista. Kävelyalustan muoto on sama, mutta siinä on tukirakenteessa vyötärön ympärille tulevan tukivyön jatkeeksi lisätty tukiremmi jaloille [18]. Tarkoituksena on antaa parempi turvallisuus sekä tuki käyttäjälle ilman, että se rajoittaa käyttäjän liikkeitä. Tässä kävelyalustassa on myös laajempi liikkumisalue pystysuorassa suunnassa mahdollistaen näin kyykistymisen alemmas sekä hyppäämisen ylemmäs [18]. Pituus- ja painorajoitukset ovat kuitenkin samat kuin KAT Walkissa rajoittaen käyttäjän kokoluokkaa. Kuvassa 2 on nähtävillä KAT Walk- ja KAT Walk Premiumin -perusrakenne, jossa näkyy pohjalevy sekä tukirakenne. Tukivaljaat on kuvassa korvattu yksinkertaisemmalla tukivyöllä, mutta sijainti on samalla kohdalla.



Kuva 2. Mallinnus KAT Walk- ja KAT Walk Premiumin -rakenteesta.

Kolmas kävelyalusta, KAT Walk mini, on pienempi ja kevyempi kuin edeltäjänsä. Se muistuttaa ulkomuodoltaan paljon Virtuix Omnia, mutta erottaa siitä kuitenkin tukirakenne, joka sisältää tukivyön yhdistettynä jalkatukiin, kuten KAT Walk Premiumissa. Siinä ei kuitenkaan ole käyttäjän yläpuolelle ylettyvää tankoa, johon nämä komponentit olisivat kiinnitettyinä. Tämä on korvattu suoraan alustan pohjasta lähtevillä tangoilla, joihin tukilevy kiinnittyy. Tähän levyyn on kiinnitetty vyö, joka sidotaan käyttäjän vyötärölle. Vyö liukuu urilla tukitankoa pitkin, jolloin liikkuminen pystysuuntaan on mahdollista, sekä tangot liikkuvat pohjan reunoilla sulavasti mahdollistaen täyden 360<sup>o</sup>:een liikkuvuuden. Kävely, juoksu ja kyykistyminen ovat kaikki mahdollisia KAT Walk minissä ja tukirakenteet on suunniteltu niin, että myös tavaroiden nostaminen maasta on sulavaa. Kuten edeltäjissään, myös KAT Walk minissä on käytettävä sille suunniteltuja kenkiä tai kengänsuojia. [19]

Langattomat anturit ovat kiinni kengissä ja mittaavat jalkojen liikkeitä, minkä lisäksi liikkeiden tunnistamiseksi seurataan itsenäisesti pään- ja kehonliikkeitä [19]. Pituusrajoitukset alustalle ovat 140-195cm ja painorajoitus on 130kg. KAT Walk mini on yhteensopiva useimpien virtuaalilasien ja -ohjelmien kanssa, kuten Oculus, VIVE ja Playstation VR [19]. KAT Walk minin rakenteen mallinnus on näkyvillä kuvassa 3. Mallinnuksesta näkee alustan takaa lähtevät tangot, joihin tukilevy kiinnittyy, mutta kuvan selkeyttämisen kannalta kuvasta on jätetty tukivyö pois. Tangot ovat kiinnittyneinä pohjalevyn uraan, joka on ympyrän muotoinen, vaikkakin itse pohjalevy on kulmikas.



Kuva 3. Mallinnus KAT Walk minin rakenteesta.

KAT loco on suoraan kuluttajille tarkoitettu anturointijärjestelmä. Siinä on molempiin nilkkoihin sekä vyötärölle kiinnitettävät langattomat anturit, jotka toimivat ladattavilla pattereilla. Näiden antureiden tehtävänä on tarkkailla nimenomaan alavartalon liikkeitä ja niiden kattavuusalue on 5 metriä. Varsinaista kävelyalustaa ei tässä tapauksessa ole, vaan käyttäjällä on ainoastaan anturit kiinnitettyinä itseensä. KAT locossa kävely, juoksu sekä muut normaalit liikkeen muodot ovat mahdollisia, liikkumisen tapahtuessa reaaliympäristössä paikallaan. Käyttäjä siis esimerkiksi kävelee reaaliympäristössä paikallaan, mutta virtuaalitodellisuudessa eteenpäin. [20]

Järjestelmä tarjoaa vakionopeussäätimen, jonka avulla liikkumista voi jatkaa tiettyyn suuntaan tietyllä nopeudella liikuttamatta jalkoja. Tämä helpottaa pitempien matkojen kulkua virtuaalitodellisuudessa [21]. Anturien kanssa tulevan ohjelmiston avulla käyttäjä pääsee käsiksi KAT loco:n ohjauspaneeliin joko tietokoneelta tai suoraan virtuaalitodellisuusympäristöstä. KAT loco on yhteensopiva useimpien virtuaalilasien ja -ohjelmien kanssa, mutta Playstation VR:n tapauksessa tarvitaan KAT VR:n oma lisäsovitin [20].

### 3.3 Cyberith

Cyberith on markkinoilla kahdella eri virtuaalitodellisuuskävelyalustalla, Virtualizer Research & Development Kit sekä Virtualizer Elite 2 [22]. Käytän tästä eteenpäin Research & Development Kit -alustasta lyhennettä R&D Kit luettavuuden helpottamiseksi. Cyberithin kävelyalustojen pohjalevyt eroavat muista muodoiltaan, sillä ne ovat tasaisia eivätkä koveran muotoisia, niin kuin edellä luetelluissa kävelyalustoissa. Liikkuminen perustuu kuitenkin samaan periaatteeseen kuin muissakin virtuaalitodellisuuskävelyalustoissa, eli pienikiteiseen materiaaliin pohjalevyssä [23]. Käyttäjä ei kuitenkaan tarvitse erityisiä kenkiä, vaan kävelyalustan käyttö onnistuu sukat jalassa. Toisena ainutlaatuisena ominaisuutena Cyberithin kävelyalustojen pohjalevyissä on sisäänrakennettu värähtelyominaisuus, jonka tarkoituksena on lisätä immersion tunnetta [24].

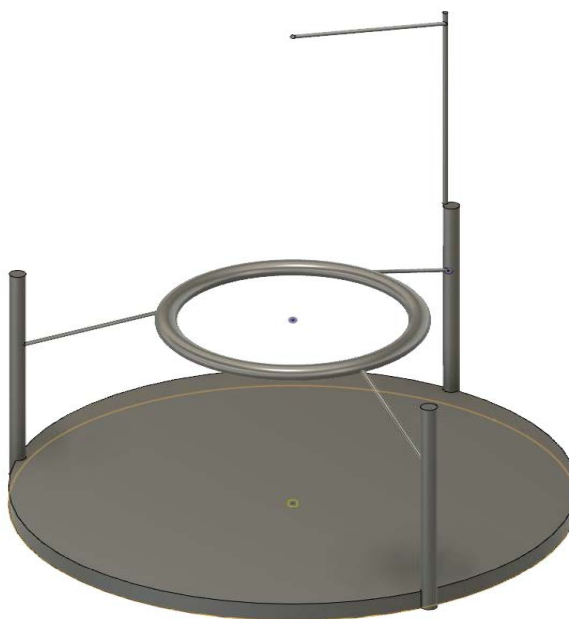
Virtualizer R&D Kit -kävelyalusta muistuttaa ulkomuodoltaan paljon Virtuix Omnia ja KAT Walk miniä. Sen tukirakenteisiin kuuluu vyötärölle puettava vyö, joka on kiinnitettynä samalla korkeudella sijaitsevaan, käyttäjän ympärillä olevaan tukirenkaaseen [24]. Tukirengas puolestaan on kiinnitettynä kolmeen tukipilariin. Vyön kiinnitykset on suunniteltu niin, että käyttäjän on mahdollista kääntyä 360°. Tukirengas liikkuu pystysuunnassa pyörien avulla, joten rengasta ei tarvitse erikseen säätää eri pituisille käyttäjille [24]. Vapaan pystysuuntaisen liikkuvuuden ansiosta hyppääminen ja kyykistyminen ovat mahdollisia ja tasapainotusjärjestelmän avulla tukivyö sekä muut tukirakenteet eivät paina käyttäjää alaspäin [23]. Kävelyalustaan kuuluu myös VR-lasien johtojen ohjausjärjestelmä, joka estää johtojen sotkeutumisen keskenään tai käyttäjään.

Liikkeiden tunnistamiseen Virtualizer R&D Kitissä on käytetty kuutta optista liikeanturia, jotka on sisäänrakennettu pohjalevyyn. Nämä anturit seuraavat liikkeen nopeutta sekä suuntaa. Näiden lisäksi tukirenkaassa on sisäänrakennettuna optinen anturi, joka seuraa käyttäjän pyörimisliikettä. Tämän avulla virtuaalitodellisuudessa käyttäjän liikesuunta voi olla eri kuin katselusuunta. Kolmas optinen anturi on sisäänrakennettuna tukipylväässä ja tarkkailee käyttäjän lonkkien korkeutta. Sen

avulla voidaan tehdä avatarin skaalaus oikean kokoiseksi, sekä tarkentaa pystysuoran liikkeen tunnistamista. [24]

Virtualizer Elite 2 on hieman muunneltu versio R&D Kitistä. Sen suurin eroavaisuus kaikkiin edellä käytyihin kävelyalustoihin löytyy pohjalevystä. Cyberith on kehittänyt pohjalevyn, joka pystyy kallistumaan eri kulmiin käyttäjän liikkeen mukaan tukien tämän liikkeitä. Tämä helpottaa kävelyä ja vähentää käyttäjän fyysistä rasitusta. Liikkeiden tuen ja täten myös fyysisen rasituksen voimakkuutta voidaan säätää yhdellä napilla. Anturointijärjestelmät ja tukirakenteet ovat Elite 2:ssa samat kuin R&D Kitissä, mutta siinä on paranneltuja turvallisuus- ja kestävyysominaisuuksia. Elite 2:ssa on automaattinen turvatoiminto, joka lukitsee käyttäjän vyön paikalleen automaattisesti. Toiminnon voi ottaa myös pois päältä, jos haluaa, että liikkumisvapaus on mahdollisimman suuri. Pohjalevy sekä muut materiaalit on valmistettu materiaaleista, joiden on suunniteltu kestävän raskasta käyttöä. [25]

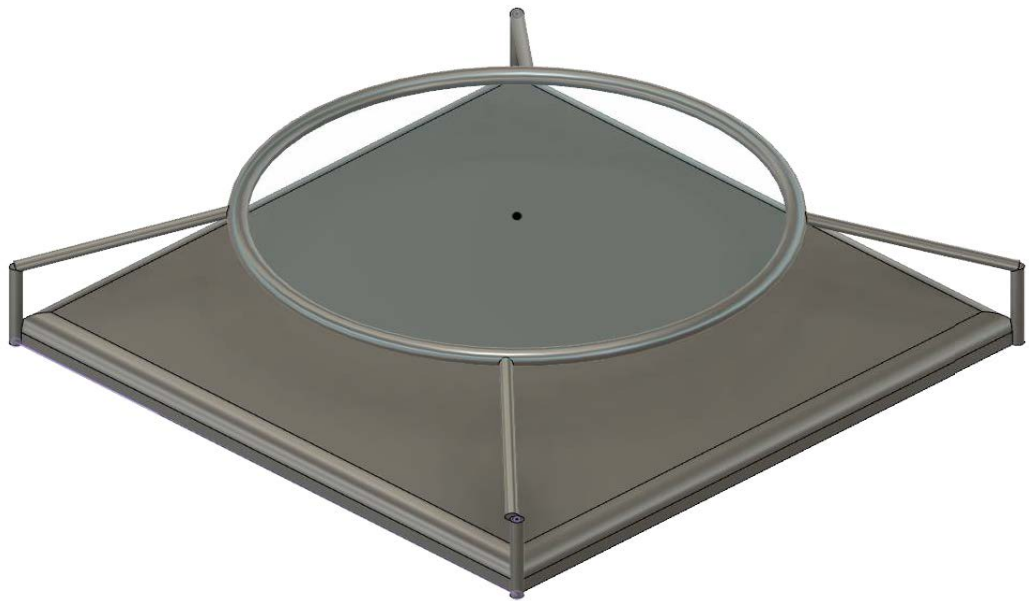
Kummatkin Cyberithin virtuaalitodellisuuskävelyalustat toimivat USB -liitännällä, eikä täten erillisiä virtalähteitä tarvita [23]. Kuitenkin, värähtelyominaisuuden halutessaan käyttäjän on kytkettävä kävelyalusta tavalliseen virtalähteeseen. Virtualizer R&D Kit sekä Virtualizer Elite 2 ovat yhteensopivia minkä tahansa ohjelmiston kanssa, mikä mahdollistaa näppäimistön tai ohjaimen käytön [23]. Molemmat kävelyalustat on tarkoitettu suoraan kuluttajille kotikäyttöön, kuin myös yritysten käyttöön [26]. Laitteet on suunniteltu erityisesti ensimmäisen persoonan videopeleihin, mutta käyttötarkoituksia on myös muita, kuten palomiesten ja poliisien simulaatioharjoitukset. Kuvassa 4 on Virtualizer R&D Kitin ja Virtualizer Elite 2:n rakenteen mallinnus. Kummankin rakenteet ovat samanlaiset lukuun ottamatta pohjalevyä, joka Elite 2:ssa mukautuu eri kulmiin. Kuvassa on myös nähtävillä VR-lasien johtojen ohjausputki.



Kuva 4. Mallinnus Virtualizer R&D Kitin ja Virtualizer Elite 2:n rakenteesta.

### 3.4 Infinadeck

Infinadeck on kehittänyt markkinoille yhden virtuaalitodellisuuskävelyalustan. Käyttäjän tukirakenteena toimii aiempiin kävelyalustoihin verrattuna tutuksi tullut tukirengas, joka on kiinnitettynä pohjalevyyn neljällä tangolla. Itse pohjalevy on muista kävelyalustoista poiketen neliskanttinen ja Infinadeck on kävelyalustassaan ratkaissut liikkumisen erilaisella tekniikalla kuin edeltäjänsä. Liikkumisen perusideana on, että pohjalevy liikkuu käyttäjän liikkeeseen nähden vastakkaiseen suuntaan pitäen käyttäjän näin alustalla. Pohjalevy liikkuu 360<sup>o</sup>:tta ja mahdollistaa näin liikkumisen jokaiseen suuntaan. Kävelyalustaa käyttäessä ei myöskään tarvitse erityisiä kenkiä, vaan alustalla voi olla omilla jalkineillaan. Anturointi tapahtuu yhteensä kuudesta kohdasta. Kaksi liikeanturia sidotaan kenkiin kiinni tarkkailemaan jalkojen liikkeitä, jonka lisäksi käyttäjän vyötärölle puettavaan vyöhön on kiinnitettynä yksi anturi. Kolme muuta anturointia toteutetaan VR-laseilla ja kahdella kädessä pidettävillä ohjaussauvoilla. Kävelyalusta toimii langattomasti ja on yhteensopiva kaikkien VR-ohjelmien kanssa. Kuvassa 5 näkyy mallinnus Infinadeckin kävelyalustasta. [27]



Kuva 5. Mallinnus Infinadeckin virtuaalitodellisuuskävelyalustasta.



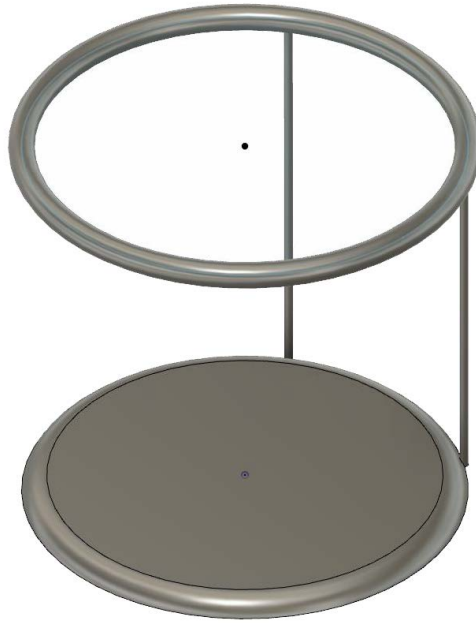
### 3.5 Wizdish

Wizdish tarjoaa kolmea eri virtuaalitodellisuuskävelyalustaa, ROVR1, ROVR2 ja ROVR-PRO. Ensimmäinen on tarkoitettu kuluttajille kotikäyttöön, toinen yrityskäyttöön ja kolmas erilaisiin tapahtumiin. Näiden tuotteiden eroavaisuudet ilmenevät kuitenkin ainoastaan tukirakenteissa ja materiaaleissa. ROVR1:n runko on tehty muovista, siinä missä ROVR2:n runko on tehty metallista ja ROVR-PRO:n runko metallista sekä vaahtomuovista. Kaikki kolme kävelyalustaa ovat suhteellisen kevyitä verrattuna edellä käytyihin alustoihin, ROVR1:n painon ollessa 14kg, ROVR2:n 25kg ja ROVR-PRO:n 45kg. [28]

Kävelyalustojen pohjalevyt ovat pyöreitä, tasaisia ja sileitä. Liikkuminen kävelyalustoilla tapahtuu liukuvalla liikkeellä ja pohjautuu kitkaa vähentäviin kenkiin, joita on käytettävä aina alustalla ollessa [29, 30]. Kengät ovat päällyskengät, jotka puetaan käyttäjän omien kenkien päälle ja sama päällyskengä sopii jokaiselle kengänkoolle [30]. ROVR1:n tukirakenteessa on käyttäjän vyötärön kohdalla tukirengas, joka kiinnittyy neljällä tangolla pohjalevyyn [28]. ROVR2:ssa tukirakenteet on ratkaistu tukikaiteella, joka kiinnittyy kahdella putkella pohjaan. Tukikaide on toiselta puolelta avautuva, mikä helpottaa kävelyalustaan siirtymistä. ROVR-PRO:ssa puolestaan on tukirengas vyötärön kohdalla lisättynä läpinäkyvillä muovisilla seinämillä, joihin on mahdollista lisätä esimerkiksi yritysten mainoksia. Kaikki kolme kävelyalustaa toimivat samalla tekniikalla ja ovat yhteensopivia kaikkien VR-lasien kanssa. Mallinnukset kävelyalustoista ovat aikaisemmassa järjestyksessä kuvissa 6, 7 ja 8.



Kuva 6. ROVR1 mallinnuskuva.



Kuva 7. ROVR2 mallinnuskuva.



Kuva 8. ROVR-PRO mallinnuskuva.

## 4. YHTEENVETO

Virtuaalitodellisuus kasvattaa suosiotaan jatkuvasti. Samaa vauhtia myös VR-kävelyalustat kehittyvät ja uusia tulee markkinoille. Kävelyalustat tuovat uuden mahdollisuuden liikkumiseen virtuaalitodellisuudessa ja parantavat immersion tunnetta suhteessa pelkkien VR-lasien käyttöön. Vielä kuitenkin suurin osa virtuaalitodellisuuden teknologiasta ja käyttökokemuksista keskittyy VR-laseihin. Virtuaalitodellisuuskävelyalustoja on markkinoilla monia erilaisia. Suurin käyttökohde näille alustoille on pelimarkkinoilla, mutta niitä käytetään myös laajasti moniin muihin tarkoituksiin, kuten eri ammattien koulutukseen. Yritykset ovat hieman hajaantuneet VR-kävelyalustojen myynnin suhteen. Osa yrityksistä myy alustojaan vain viihdekeskusten ja eri yritysten käyttöön, osa myy sekä kuluttajille että yrityksille. Joillakin on tietyt tuotteet myynnissä kuluttajille ja tietyt yrityksille.

Useimmissa alustoissa on käytetty pienikitkaista pohjaa apuna liikkumisessa, mutta joukossa on myös muita innovaatioita, kuten Infinadeckin liikkuva pohja. Kävelyalustojen pohjat ovat joko tasaisia tai koveran muotoisia ja joissakin kävelyalustoissa on käytetty pohjassa uria helpottamaan liikkumista. Monissa kävelyalustoissa on suositeltavaa tai välttämätöntä käyttää sille suunniteltuja kenkiä. Tähän tekee poikkeuksen Infinadeckin ja Cyberithin kävelyalustat, joissa ei erityisiä kenkiä tarvita.

Kaikissa kävelyalustoissa yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on tukirakenne. Yleisin toteutus tässä on tukirengas, joka on käyttäjän ympärillä ja antaa näin tukea käyttäjälle samalla estäen tätä tippumasta alustalta. Toinen ratkaisu tähän on KAT VR:n alustoissa käytetyt tukivaljaat. Etuna näissä tukivaljaissa on, että käyttäjän liikkeitä ei ole rajattu tukirenkaalla, johon esimerkiksi käyttäjän käsi voi helposti osua. Tämän avulla myös immersio paranee, koska virtuaalimaailman kokemus ei keskeydy, kuten käy käyttäjän osuessa tukirenkaaseen.

Anturointijärjestelmät on toteutettu laitekohtaisesti. Useimmissa kävelyalustoissa käyttäjän on asetettava liikeanturit kenkiin kiinni, sekä tämän lisäksi käyttäjän on puettava vyö, jossa on niin ikään antureita kiinnitettynä. Joissakin kävelyalustoissa on tämän lisäksi sisäänrakennettuja antureita, jotka tarkkailevat käyttäjän liikkeitä. Anturit ovat tärkeä osa kävelyalustojen toimintaa, jonka havainnollistaa hyvin KAT VR:n suoraan kuluttajille tarjoama KAT loco -anturointijärjestelmä, jossa pelkkien antureiden avulla voidaan tarjota kuluttajille liikkumista mallintava järjestelmä.

## 5. LÄHTEET

- [1] Greengard S. (2019) Virtual Reality. The MIT Press, 264 s.
- [2] Mealy P. (2018) Virtual & Augmented Reality for Dummies. John Wiley & Sons (US), 320 s.
- [3] Craig A.B., Sherman W.R. & Will J.D (2009) Developing virtual reality applications: foundations of effective design. Morgan Kaufmann, Burlington, Mass, 399 s.
- [4] Sherman W.R. & Craig A.B. (2003) Understanding virtual reality: interface, application, and design. Morgan Kaufmann, San Fransisco, CA, 582 s.
- [5] Hillmann C. (2019) Unreal for mobile and standalone VR: Create Professional VR apps without coding. Apress, 324 s.
- [6] Norhafizan A., Raja A.R.G., Nazirah M.K. & Vijayabaskar K. (2013) Reviews on Various Inertial Measurement Unit (IMU) Sensor Applications. International Journal of Signal Processing Systems, Vol. 1, No. 2, s. 256-262.
- [7] Makzan (2010) Flash Multiplayer Virtual Worlds: Build Immersive, Full Featured Interactive Worlds for Games, Online Communities, and More. Packt Publishing, 413 s.
- [8] Rangelova S., Motus D. & André E. (2020) Cybersickness among gamers: An online survey. Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 973, s. 192-201.
- [9] Sagnier C., Loup-Escande E. & Valléry G. (2020) Effects of gender and prior experience in immersive user experience with virtual reality. Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 972, s. 305-314.
- [10] De Keersmaecker E., Lefebvre N., Serrien B., Jansen B., Rodriguez-Guerrero C., Niazi N., Kerckhofs E. & Swinnen E. (2020) The effect of optic flow speed on active participation during robot-assisted treadmill walking in healthy adults. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 28, Issue 1, Article Number 8911428, s. 221-227.
- [11] Kickstarter. (luettu 31.1.2020) Virtuix Omni: Walk and Run in VR. URL: <https://www.kickstarter.com/projects/1944625487/omni-move-naturally-in-your-favorite-game/faqs>
- [12] Virtuix. (luettu 7.2.2020) Accessories. Omni Tracking Pods. URL: <https://www.virtuix.com/product/virtuix-omni-tracking-pods/>

- [13] Virtuix (luettu 7.2.2020) Accessories. URL: <https://www.virtuix.com/accessories/>
- [14] Virtuix. (luettu 31.1.2020) About us. URL: <https://www.virtuix.com/about/>
- [15] KAT VR (luettu 11.2.2020) Support. URL: <https://www.kat-vr.com/pages/support>
- [16] KAT VR (luettu 11.2.2020) Professional. KAT Walk. URL: <https://www.kat-vr.com/products/kat-walk-vr-treadmill>
- [17] Kickstarter (luettu 12.2.2020) KAT Walk – A New VR Omni-directional Treadmill. URL: <https://www.kickstarter.com/projects/katvr/kat-walk-a-new-virtual-reality-locomotion-device>
- [18] KAT VR (luettu 12.2.2020) Professional. KAT Walk Premium. URL: <https://www.kat-vr.com/products/kat-walk-premium-vr-treadmill>
- [19] KAT VR (luettu 12.2.2020) Professional. KAT Walk mini. URL: <https://www.kat-vr.com/products/kat-walk-mini-vr-treadmill>
- [20] KAT VR (luettu 12.2.2020) Consumer. KAT loco. URL: <https://www.kat-vr.com/products/kat-loco>
- [21] Kickstarter (luettu 12.2.2020) KAT loco: Complete Wearable Locomotion System – Walk into VR. URL: <https://www.kickstarter.com/projects/katvrsolutions/kat-loco-complete-wearable-locomotion-system-walk-into-vr>
- [22] Cyberith (luettu 21.2.2020) URL: <https://www.cyberith.com>
- [23] Kickstarter (luettu 21.2.2020) Cyberith Virtualizer – Immersive Virtual Reality Gaming. URL: <https://www.kickstarter.com/projects/1259519125/cyberith-virtualizer-immersive-virtual-reality-gam>
- [24] Cyberith (luettu 21.2.2020) Products. Virtualizer R&D Kit. URL: <https://www.cyberith.com/virtualizer-rd-kit/>
- [25] Cyberith (luettu 21.2.2020) Products. Virtualizer Elite 2. URL: <https://www.cyberith.com/virtualizer-elite/>
- [26] Tuncay Cakmak (2015) The Cyberith – Virtualizer. The International Journal of Virtual Reality, Vol. 15, No. 1, s. 1-2.
- [27] Infinadeck (luettu 2.3.2020) URL: <https://www.infinadeck.com>
- [28] Wzdish (luettu 2.3.2020) URL: <https://www.wzdish.com>
- [29] Wzdish (luettu 2.3.2020) FAQs. URL: <https://www.wzdish.com/faqs>

[30] Wzdish (luettu 2.3.2020) SHOP. ROVR kick-on overshoes. URL:  
<https://www.wzdish.com/shop/jppl3xaik48zr6glj44l0h4phytwvb>